

**DIE FOR MOLDING OPTICAL ELEMENT AND ITS PRODUCING METHOD**

Patent Number: JP2002003226  
Publication date: 2002-01-09  
Inventor(s): HASHIMOTO SHIGERU  
Applicant(s): CANON INC  
Requested Patent: ☐ JP2002003226  
Application Number: JP20000178643 20000614  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C03B11/08; C03B11/00; C03B40/00; G02B3/08  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a molding die for an optical element, which enables the shape of an optical element with a polyhedral body and a free curved face, which cannot be realized by any conventional grinding work, to repeatedly be press-formed and also to precisely be transferred regardless of a glass species or a molding condition; to provide a producing method for the die; to provide a free-curved-face, polyhedral-body optical element.

**SOLUTION:** The optical element molding die has a transfer-face for forming an optical element on a part of a base material. The producing method for the die comprises a transfer process wherein a transfer is conducted onto the surface of a transfer-material by using a matrix cut and processed into a shape inverse to that of the transfer-face after the transfer-material is formed on the base material, a process wherein the transfer-material is cured, an etching process wherein the transfer-material and the base material are subjected to dry etching and the transfer-shape is engraved on the base material, a process wherein an intermediate layer and a surface layer are formed on the surface of the base material etched. The optical element molding die obtained by the above producing method is provided and the free-curved-face, polyhedral-body optical element is also provided.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-3226

(P2002-3226A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
C 0 3 B	11/08	C 0 3 B	4G015
	11/00		N
	40/00		
G 0 2 B	3/08	G 0 2 B	

審査請求 未請求 請求項の数 1 1

O L

(全7頁)

(21)出願番号 特願2000-178643(P2000-178643)

(22)出願日 平成12年6月14日(2000.6.14)

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 橋本 茂

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノ  
ン株式会社内

(74)代理人 100065385

弁理士 山下 穰平

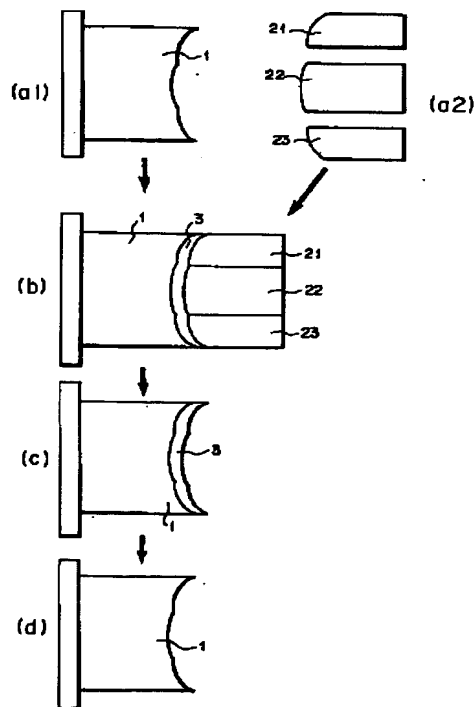
Fターム(参考) 4G015 HA01

(54)【発明の名称】 光学素子成型用型及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 従来の研削加工では実現できなかった多面体自由曲面の形状を持った光学素子を、成型条件やガラスの硝種に拘わらず、繰り返しプレス成型を行っても、精密に形状が転写する光学素子成型用型及びその製造方法、自由曲面多面体光学素子を提供することにある。

【解決手段】 母材の一部に光学素子を成型するための転写面を有する成型用型であって、該母材上に転写材を形成した後、転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型を用いて、転写材の表面への転写を行う転写工程と、該転写材を硬化する工程と、該転写材及び母材に対してドライエッチングを行い、転写形状を上記母材に彫り写すエッチング工程と、エッチングされた前記母材表面に、中間層、表面層を形成する工程と、を有する光学素子成型用型の製造方法、その製造方法により得られた光学素子成型用型、自由曲面多面体光学素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 母材の一部に光学素子を成型するための転写面を有する成型用型であって、該母材上に転写材を形成した後、転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型を用いて、転写材の表面への転写を行う転写工程と、該転写材を硬化する工程と、該転写材及び母材に対してドライエッチングを行い、転写形状を上記母材に彫り写すエッチング工程と、エッチングされた前記母材表面に、中間層、表面層を形成する工程と、を有することを特徴とする光学素子成型用型の製造方法。

【請求項2】 転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型が、エッチングによる面変化を予め補正した形状に切削加工された請求項1に記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項3】 エッチング工程後、母材表面が均等研磨加工された請求項1又は2に記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項4】 転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型が、ダイヤモンドバイトで容易に加工できる金属である請求項1～3のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項5】 母材がタングステンカーバイト(WC)を主成分とする超合金又は石英であり、転写材が光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂又は熱可塑性樹脂であり、中間層が金属の炭化物、窒化物又は炭窒化物であり、表面層が硬質炭素膜又は貴金属系合金膜である請求項1～4のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項6】 母材上に、転写材とエッチング速度が等しくなるような金属、該金属の酸化物からなるエッチング調整層を形成した後、転写材を形成する請求項1～5のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項7】 母材を放電加工、研削加工等で近似形状までを行った後、転写材を形成する請求項1～6のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項8】 母型が、切削加工後、均等研磨された自由曲面である請求項1～7のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項9】 母型が複数個の母型を所望の形状が得られる様に組み合わせた請求項1～8のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法により製造されたことを特徴とする光学素子成型用型。

【請求項11】 請求項1～9のいずれかに記載の光学素子成型用型の製造方法により製造された光学素子成型用型を用いて成型されたことを特徴とする自由曲面多面体光学素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レンズやプリズム

等のガラスよりなる光学素子を、ガラス素材のプレス成型により高精度に製造するのに使用される型及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 研磨工程を必要とせず、ガラス素材のプレス成型によってレンズを製造する技術は、従来の製造において必要とされた複雑な工程をなくし、簡単かつ安価にレンズを製造することを可能とし、近年レンズのみならずプリズムその他のガラスよりなる光学素子の製造に使用されるようになった。

【0003】 このようなガラスの光学素子のプレス成型に使用される型材に要求される性質としては、硬度、耐酸化性、耐熱性、離型性及び鏡面加工性等に優れていることが挙げられる。従来、この種の型材として金属、セラミックス及びそれらをコーティングした材料等、数多く提案がなされている。いくつかの例を挙げるなら、特開昭49-51112号公報には13Crマルテンサイト鋼が、特開昭52-45613号公報にはSiC及びSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>が、特開昭59-121126号公報にはTiC及び金属の混合材料が、特開昭60-246230号公報には超合金に貴金属をコーティングした材料が、また特開昭61-183134号公報、特開昭61-281030号公報及び特開平1-301864号公報にはダイヤモンド薄膜もしくはダイヤモンド状炭素膜、特開昭64-83529号公報には硬質炭素膜をコーティングした材料が開示されている。

【0004】 しかしながら、従来の型材料では、硬度、耐酸化性、耐熱性、離型性及び鏡面加工性を全て満足するものは得られていない。

【0005】 例えば、13マルテンサイト鋼は酸化し易く、更に高温でFeがガラス中に拡散してガラスを着色する欠点を持つ。

【0006】 また、SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、TiC、ダイヤモンド薄膜、ダイヤモンド状炭素膜及び硬質炭素膜は、材料の硬度が非常に硬く機械的強度は優れているものの、加工性に劣り、高精度な型形状に加工することが困難である。更には、SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>及びTiCでは、高温で酸化が起こりガラスの融着が生じる。

【0007】 また、超合金母材上に貴金属薄膜、ダイヤモンド薄膜、ダイヤモンド状炭素膜又は硬質炭素膜をコーティングした型では、超合金を加工する手段として、ダイヤモンド砥石を用いて加工することが一般的であるが、曲率の小さい球面や自由曲面等には加工できないという欠点を有している。ここでいう自由曲面とは、非軸対称な非球面を含む面である。

【0008】 これらの改善策として、超合金母材上に、容易に精密加工できる切削加工層として、特開平3-23230号公報では無電解Ni-Pメッキ膜、特開平7-41326号公報ではPを含む3元合金(P-Ni、Co、Fe-Si、Ti、Cu、Zr、Nb、M

o、Ru、Ph、Pd、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir)をスパッタ成膜し、この切削加工層に対して必要なダイヤモンドバイトにより切削加工を施して転写面を形成し、この加工層上に貴金属系の合金薄膜をスパッタ成膜する方法が開示されている。

【0009】しかし、無電解Ni-Pメッキ膜や3元合金のスパッタ膜は、十分な密着性を有しておらず、成型条件やガラスの硝種、特に高融点ガラスでは、繰り返しプレス成型時に切削加工層に亀裂が生じたり、母材と切削加工層が剥離するという欠点を有している。

【0010】また、回折格子等の微細形状を転写する型として、特開平6-279036号公報では、切削加工層のかわりに加工層としてSi又はSiO<sub>2</sub>をフォトリソ及びドライエッチングで所望の形状に加工したり、特開平10-337734号公報では、レジストを用いてフォトリソ及びドライエッチングで母材を所望の形状に加工することが開示されているが、硝種、形状が限定されるという欠点を有している。

【0011】また、回折格子等の微細形状を直接加工する光学素子として、特開平8-43605号公報では、レプリカ及びドライエッチングで所望の形状に加工したり、特開平9-243812号公報では、レジストを切削加工後、ドライエッチングで所望の形状に加工することが開示されているが、形状が限定されたり、生産性が低いという欠点を有している。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、このような従来の課題を解消し、従来の研削加工では実現できなかった多面体自由曲面の形状を持った光学素子を、成型条件やガラスの硝種に拘わらず、繰り返しプレス成型を行っても、精密に形状が転写する光学素子成型用型及びその製造方法、自由曲面多面体光学素子を提供することにある。

【0013】本発明の別の目的は、光学素子を量産する場合、同一形状の型が多数必要となり、特に、多面体成型の場合、複数の型を組み合わせた分割型の場合、型間のばらつきが生じたり、型組み合わせに莫大な調整時間を要していたので、このような場合に対して、同一形状の一体型を、速やかかつ安価に製造できる光学素子成型用型の製造方法を提供することにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に従って、母材の一部に光学素子を成型するための転写面を有する成型用型であって、前記母材上に転写材を形成した後、転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型を用いて、転写材の表面への転写を行う転写工程と、上記転写材を硬化する工程と、上記転写材及び母材に対してドライエッチングを行い、転写形状を上記母材に彫り写すエッチング工程と、エッチングされた前記母材表面に、中間層、表面層を形成する工程と、を有する光学素子成型

用型の製造方法が提供される。

【0015】また、本発明に従って、上記光学素子成型用型の製造方法により製造された光学素子成型用型が提供される。

【0016】更に、本発明に従って、上記光学素子成型用型の製造方法により製造された光学素子成型用型を用いて成型された自由曲面多面体光学素子が提供される。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】本発明では、母材の一部に光学素子を成型するための転写面を有する成型用型であって、前記母材上に転写材を形成した後、転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型を用いて、転写材の表面への転写を行う転写工程と、上記転写材を硬化する工程と、上記転写材及び母材に対してドライエッチングを行い、転写形状を上記母材に彫り写すエッチング工程と、エッチングされた前記母材表面に、中間層、表面層を形成する工程と、を有する。

【0018】更に、転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型が、エッチングによる面変化を予め補正した形状に切削加工されたことが、所望の形状の型を得るために好ましい。また、要求される光学素子の性能により、エッチング工程後、母材表面が均等研磨転加工する工程を有する。

【0019】そして、転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型が、ダイヤモンドバイトで容易に加工できる例えば、銅、アルミニウム及びリン青銅等の金属であることが、ダイヤモンドバイト摩耗性の面で好ましい。また、母型は、硬化前の樹脂等の転写材を成型するだけのため、超硬金属の様な硬度及び耐熱性が必要ではなく、切削性のみを考慮すればよい。

【0020】母材としては、高温硬度の面でタングステンカーバイト(WC)を主成分とする超硬合金、転写材とのエッチング速度を調整し易い石英が好ましい。転写材としては、転写性と母材とエッチング速度の等しくなる光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂及び熱可塑性樹脂が好ましい。中間層としては、表面層との密着性の面で金属の炭化物、窒化物及び炭窒化物が好ましい。表面層としては、ガラスとの離型性の面で硬質炭素膜及び貴金属系合金膜が好ましい。

【0021】また、母材上に、転写材とエッチング速度が等しくなるような、例えば、Si、Cr、Ti及びTaのような金属、該金属の酸化物からなるエッチング調整層を形成した後、転写材を形成することが母材表面の鏡面性の面で好ましい。

【0022】また、必要に応じて、転写工程の後、転写材表面を軟化させ、母型の切削の送り跡が転写された面を平滑化することもできる。

【0023】また、母材を放電加工や研削加工等で近似形状までを行った後、転写材を形成することが転写性の精度を向上するうえで好ましい。

【0024】また、母型が自由曲面形状の場合、母型を切削加工後、均等研磨することが好ましい。

【0025】また、多面体成型を行う型が、隣接する面自体が干渉して、一体型が切削できないような形状でも、一面ずつ切削及び均等研磨した母型を組み合わせることにより、所望の形状が得られる再現性のよい多面体母光学素子成型用型が得られる。

【0026】図1を参照して、本発明の作用を説明する。

【0027】(a1)の1は、自由曲面の転写面を3面持つ、近似形状に加工した光学素子成型用型母材である。母材材料としては、高温硬度の面でタングステンカーバイト(WC)を主成分とする超合金、転写面の鏡面性の面で転写材とのエッチング速度を調整し易い石英が適用される。近似形状への加工は、放電加工が用いられる。更に、高温硬度と鏡面性の両面で、近似形状に加工した母材上に、転写材とエッチング速度が等しくなるような、例えば、Si、Cr、Ti及びTaのような金属、該金属の酸化物からなるエッチング調整層を、スパッタ又はCVD等の公知な成膜法で形成することができる。

【0028】(a2)の21、22及び23は、それぞれ、個別に自由曲面形状転写面に対応する逆形状の形状に切削加工された母型である。母型は、ダイヤモンドバイトで容易に加工できる例えば、銅、アルミニウム又はリン青銅等の金属であることが、ダイヤモンドバイト摩耗性の面で好ましい。これは、高温で型転写する必要がないので、切削加工が困難な超合金等を使用する必要がないためである。また、切削による送り痕は、要求される光学性能上必要であれば、均等研磨で送り痕を除去する必要がある。転写面の逆形状としては、エッチングによる面変化を予め補正した形状に切削加工されたことが、エッチング条件の調整が容易になる。また、本発明においては、転写面形状は自由曲面に限定されるものでなく、球面、非球面及び回折格子等の組み合わせにも適用される。また、母型表面の離型性を向上するため、母型21、22及び23の表面を公知な方法で、金属薄膜等の離型膜を形成したり、離型処理を施したりすることができる。

【0029】(b)、(c)は、転写工程である。母材1の上に軟質状態である転写材3を形成し、21、22及び23を一体化した母型を、転写材に押し付け、転写材を硬化し、母型を分離する。転写材として、光硬化性樹脂である紫外線硬化樹脂を用いる場合には、紫外光を照射し硬化させる。転写材として、熱硬化性材料を用いる場合には、加熱により硬化させ、熱可塑性材料を用いる場合には、加熱により転写材を軟化させつつ、母型21、22及び23を押し付ける表面形状を転写する。

【0030】そこで、この状態から、異方性のドライエッチングを、転写材3と母材1とに行い、転写材3の表

面の3面の自由曲面形状を、母材1に彫り写すエッチング工程を実施すると、(d)に示すように、所望の3面の自由曲面形状を有する光学素子成型型が得られる。

【0031】一般的に、物理エッチングは化学エッチングに比べて制御が容易であり、しかも、同一の出発形状に対し、エッチング速度比の制御を同一にすれば、常に同一の所望形状が得られ、再現性に優れている。従って、エッチング工程は、ECR、RIE及び低圧高密度プラズマ等の公知な物理エッチングが好ましい。エッチング工程における異方性エッチングは、転写材と母材のエッチングの速度比を等しくすれば、転写材の表面に形成された形状を、そのまま合同的に母型に彫り写すことができる。転写材と母材のエッチングの速度比を等しくする手段として、転写材の硬化条件を制御したり、希ガス(Ar等)、フッ化炭素系ガス(CF<sub>4</sub>等)、塩素系ガス(Cl<sub>2</sub>等)又は酸素ガス(O<sub>2</sub>)等のエッチングガスの組み合わせ、流量等を最適化することで達成される。また、要求される光学素子の性能により、エッチング工程後、母材表面を、均等研磨転加工により微小な凹凸を取り除くことで、特に型母材が超合金の場合は鏡面性を増すことができる。

【0032】以上の工程で、型母材1が所望の形状が得られれば、ガラスモールドの成型性を増すために、型母材上に、中間層としては、表面層との密着性の面で金属の炭化物、窒化物又は炭窒化物を形成し、更に、中間層上に表面層としては、ガラスとの離型性の面で、硬質炭素膜又は貴金属系合金膜を形成することで光学素子成型用型が作製できる。

【0033】以上の様に、本発明の光学素子成型用型の製造方法によれば、従来の研削加工では実現できなかった多面体自由曲面の形状を持った光学素子を、成型条件やガラスの硝種に拘わらず、繰り返しプレス成型を行っても、精密に形状が転写する型を提供することが可能となった。また、前述した工程を繰り返せば、同一形状の一体型を、速やかかつ安価に提供することが可能になり、分割型の場合の型間のばらつきが無くなり、型組み合わせに莫大な調整時間が不用となる。

【0034】

【実施例】以下に、具体的な実施例を挙げて本発明をより詳細に説明する。

【0035】(実施例1)図1の(a1)の1は、自由曲面の転写面を3面持つ、放電加工で近似形状に加工したタングステンカーバイト(WC)を主成分とする超合金製の光学素子成型用型母材である。図1の(a2)の21、22及び23は、それぞれ、個別に自由曲面形状転写面に対応する様に、エッチングによる面変化を予め補正した形状にダイヤモンドバイトに切削加工及び均等研磨された無酸素銅製母型である。

【0036】図1の(b)、(c)は、転写工程である。母材1の上に軟質状態である熱硬化性樹脂製の転写

材3を形成し、21、22及び23を一体化した母型を、転写材に押し付け、転写材を加熱硬化し、母型を分離する。

【0037】次に、この状態から、異方性のドライエッチングを、転写材3と母材1とに行い、転写材3の表面の3面の自由曲面形状を、母材1に彫り写すエッチング工程を実施し、(d)に示すように、所望の3面の自由曲面形状を有する光学素子成型型が得られた。このドライエッチングはリアクティブエッチング装置を用い、エッチングガスとして、ArガスとCF<sub>4</sub>ガスを用いた。ガス流量比はAr/CF<sub>4</sub>=3/1、圧力0.5Paとした。

【0038】次に、エッチングされた面を均等研磨加工を行う。

【0039】本発明の光学素子成型用型の模式的断面図を図2に示す。

【0040】成型型母材41の均等研磨加工された面に、Tiターゲットを用い、導入ガスとして窒素ガスを用いて反応性スパッタでTiNの中間層42を膜厚1μmで形成する。

【0041】次に、この中間層42上に、イオンビーム蒸着法により硬質炭素膜の表面層43を100nm形成する。

【0042】以上述べた工程と同様の工程を繰り返して、同形状の型を3型製作する。また、反対面の型を同様の工程を繰り返して、同形状の型を4型製作する。

【0043】これらの型を4組用いて連続成型機を用いて多面体自由曲面プリズムのガラス成型（ホウ珪酸系ガラス）を行った所、どの型も3000ショット成型後も良好な成型品が得られ、また転写面の劣化も観察されなかった。また、成型品の型間の形状バラツキも生じなかった。

【0044】（実施例2）実施例1において、光学素子成型用型母材1を石英とし、転写材3を紫外線硬化樹脂とし、この転写材の硬化方法を、石英母材に紫外線を透過させて硬化、転写工程を行う以外は、実施例1と同様にして光学素子成型用型を製造した。

【0045】これらの型を4組用いて連続成型機を用いて多面体自由曲面プリズムのガラス成型（ホウ珪酸系ガラス）を行った所、どの型も3000ショット成型後も良好な成型品が得られ、また転写面の劣化も観察されなかった。また、成型品の型間の形状バラツキも生じなかった。

【0046】（実施例3）実施例1において、転写材3を熱可塑性樹脂とし、この転写材の硬化方法を、固体状態である転写材に母型を押圧しつつ転写材を加熱し、軟化状態で形状を転写し、その後、加熱状態を停止して変形状態を固定する以外は、実施例1と同様にして光学素子成型用型を製造した。

【0047】これらの型を4組用いて連続成型機を用い

て多面体自由曲面プリズムのガラス成型（ホウ珪酸系ガラス）を行った所、どの型も3000ショット成型後も良好な成型品が得られ、また転写面の劣化も観察されなかった。また、成型品の型間の形状バラツキも生じなかった。

【0048】（実施例4）実施例1において、中間層42のTiN膜を形成する代わりに表1に示した、チタン、タンタル、クロム又はシリコンの炭化物、窒化物又は炭窒化物を形成する以外は、実施例2と同様にして光学素子成型用型を製造した。この型のガラス成型性を測定したところ、実施例1と同等であった。

【0049】

【表1】

表1

中間層材質	成形性
TiC	良好
TiCN	良好
TaN	良好
TaC	良好
CrN	良好
SiC	良好
SiN	良好

【0050】（実施例5）実施例1において、表面層43の硬質炭素膜を形成する代わりに表2に示した、Pt、Pd、Ir、Rh、Os、Ru、Re、Au、W及びTaの組み合わせの2元以上の合金を0.5μmの膜厚で形成する以外は、実施例1と同様にして光学素子成型用型を製造した。この型のガラス成型性を測定したところ、実施例1と同等であった。

【0051】

【表2】

表2

表面層材質	成形性
Pt-Ir	良好
Ru-Ir	良好
Rh-Ir	良好
Pd-Ir	良好
Os-Ir	良好
Re-Ir	良好
Re-Ir-Au	良好
Ta-Ir-Au	良好
Ru-Pt	良好
Rh-Pt	良好
Pd-Pt	良好
Os-Pt	良好
Re-Pt	良好
W-Pt-Au	良好
Ta-Pt-Au	良好
Rh-Ru	良好
Pd-Ru	良好
Os-Ru	良好
Re-Ru	良好
W-Ru-Au	良好
Ta-Ru-Au	良好

【0052】本発明の実施例では、中間層、表面層において、各々成分を変えたが、これらの組み合わせでも、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0053】（実施例6）実施例1において、中間層4

2を形成する際、金属Tiを電子銃で加熱蒸発させ、窒素プラズマ中でイオンブレーティングすることによりTiNを形成する以外は、実施例1と同様にして光学素子成型用型を製造した。

【0054】この型を連続成型機を用いてガラス成型（ホウ珪酸系ガラス）を行った所、3000ショット成型後も良好な成型品が得られ、また転写面の劣化も観察されなかった。

【0055】（実施例7）実施例1において、母材1上に、エッチング調整層としてSiO<sub>2</sub>をスパッタで1μmの膜厚で形成する以外は、実施例1と同様にして光学素子成型用型を製造した。

【0056】この型を連続成型機を用いてガラス成型（ホウ珪酸系ガラス）を行った所、3000ショット成型後も良好な成型品が得られ、また転写面の劣化も観察されなかった。

【0057】（実施例8）実施例7において、エッチング調整層として、SiO<sub>2</sub>の代わりに表3に示した材質とそれに対応するエッチングガスを用いて光学素子成型用型を製造したが、SiO<sub>2</sub>と同様の効果が得られた。

【0058】

【表3】

表3	
エッチング調整層材質	エッチングガス
Si	CF <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
Cr	Cl <sub>2</sub> -Ar
CrO <sub>x</sub>	CCl <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
Ti	CF <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
TiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> -Ar
Ta	CF <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CCl <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar

【0059】（実施例9）実施例1において、母型2

1、22及び23の材質をアルミニウム、及びリン青銅にする以外は、実施例1と同様にして光学素子成型用型を製造した。

【0060】これらの型を4組用いて連続成型機を用いて多面体自由曲面プリズムのガラス成型（ホウ珪酸系ガラス）を行った所、どの型も3000ショット成型後も良好な成型品が得られ、また転写面の劣化も観察されなかった。また、成型品の型間の形状バラツキも生じなかった。

【0061】

【発明の効果】以上の様に、本発明の光学素子成型用型の製造方法によれば、従来の研削加工では実現できなかった多面体自由曲面の形状を持った光学素子を、成型条件やガラスの硝種に拘わらず、繰り返しプレス成型を行っても、精密に形状が転写する光学素子成型用型を提供することが可能となった。また、前述した工程を繰り返せば、同一形状の一体型を、速やかかつ安価に製造できる光学素子成型用型の製造方法を提供することが可能になり、分割型の場合の型間のばらつき、型組み合わせに莫大な調整時間が不用となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学素子成型用型の模式工程加工図である。

【図2】本発明の光学素子成型用型の模式的断面図である。

【符号の説明】

1、41 成型型母材

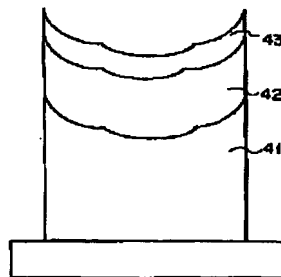
21、22、23 母型

3 転写材

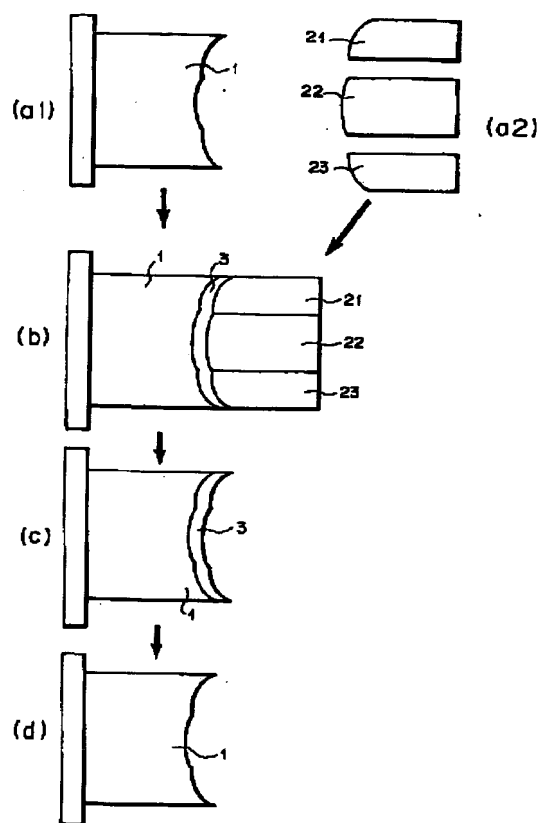
42 中間層

43 表面層

【図2】



【図 1】





**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The manufacture method of the type for optical-element molding characterized by providing the following. The imprint process which is the type for molding which has an imprint side for casting an optical element to some base materials, and performs the imprint to the front face of imprint material using the matrix by which cutting was carried out to the configuration of the reverse configuration corresponding to an imprint side after forming imprint material on this base material. The process which hardens this imprint material. The etching process which performs dry etching to this imprint material and a base material, and carves and copies an imprint configuration to the above-mentioned base material. The process which forms an interlayer and a surface layer in the aforementioned base material front face on which it \*\*\*\*\*ed.

[Claim 2] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 ] optical-element molding by which cutting was carried out to the configuration where the matrix by which cutting was carried out to the configuration of the reverse configuration corresponding to an imprint side amended the field change by etching beforehand.

[Claim 3] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 or 2 ] optical-element molding that equal polish processing of the base material front face was carried out after the etching process.

[Claim 4] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 3 ] optical-element molding that the matrix by which cutting was carried out to the configuration of the reverse configuration corresponding to an imprint side is a metal easily processible [ with a diamond tool ].

[Claim 5] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 4 ] optical-element molding that a base material is the cemented carbide or the quartz which makes tungsten carbide (WC) a principal component, imprint material is a photoresist, thermosetting resin, or thermoplastics, an interlayer is carbide, a metalized nitride, or a metalized charcoal nitride, and a surface layer is a hard-carbon film or a noble-metals system alloy film.

[Claim 6] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 5 ] optical-element molding which forms imprint material after forming the etching adjustment layer which consists of an oxide of a metal with which imprint material and an etch rate become equal, and this metal on a base material.

[Claim 7] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 6 ] optical-element molding which forms imprint material after performing a base material even for an approximation configuration by the electron discharge method, the grinding process, etc.

[Claim 8] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 7 ] optical-element molding that a matrix is the sculptured surface by which equal polish was carried out after cutting.

[Claim 9] The manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 8 ] optical-element molding combined so that the configuration of a request of the matrix of plurality [ matrix ] might be acquired.

[Claim 10] Type for optical-element molding characterized by being manufactured by the manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 9 ] optical-element molding.

[Claim 11] The sculptured-surface polyhedron optical element characterized by being cast using the type for optical-element molding manufactured by the manufacture method of the type for [ according to claim 1 to 9 ] optical-element molding.

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the mold used for manufacturing the optical element which consists of glass, such as a lens and prism, with high precision by press molding of a glass material, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technology of not needing a polish process but manufacturing a lens by press molding of a glass material abolishes the complicated process needed in the conventional manufacture, makes it possible to manufacture a lens simply and cheaply, and came to be used for the manufacture of an optical element which consists of glass of not only a lens but prism and others in recent years.

[0003] As a property required of the mold material used for press molding of the optical element of such glass, excelling in a degree of hardness, oxidation resistance, thermal resistance, a mold-release characteristic, mirror-plane processability, etc. is mentioned. Conventionally, many proposals are made for the material which coated a metal, ceramics, and them as this kind of mold material. To the oak and JP,49-51112,A which give some examples, 13Cr martensitic stainless steel SiC and Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> to JP,59-121126,A at JP,52-45613,A TiC and the metaled charge of an admixture To JP,60-246230,A, the material which coated cemented carbide with noble metals Moreover, the material which coated JP,61-183134,A, JP,61-281030,A, and JP,1-301864,A with the diamond thin film or the diamond-like carbon film, and coated JP,64-83529,A with the hard-carbon film is indicated.

[0004] However, in the conventional die materials, what satisfies all of a degree of hardness, oxidation resistance, thermal resistance, a mold-release characteristic, and mirror-plane processability is not obtained.

[0005] For example, 13 martensitic stainless steels tend to oxidize and have the fault which Fe is further spread in glass at an elevated temperature, and colors glass.

[0006] Moreover, SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, TiC, a diamond thin film, a diamond-like carbon film, and a hard-carbon film have the very hard degree of hardness of material, and a mechanical strength is difficult to be inferior to processability and to process a highly precise mold configuration, although excelled. Furthermore, in SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, and TiC, oxidization takes place at an elevated temperature and weld of glass arises.

[0007] Moreover, although it is common to process it on a cemented carbide base material in the mold which coated the noble-metals thin film, the diamond thin film, the diamond-like carbon film, or the hard-carbon film, using a diamond wheel as a means to process cemented carbide, it has the fault of not being processible into the small spherical surface or the small sculptured surface of curvature. A sculptured surface here is a field containing the aspheric surface symmetrical with a non-shaft.

[0008] As these remedies, on a cemented carbide base material as a cutting layer which can carry out precision processing easily The 3 yuan alloy which contains a non-electrolyzed nickel-P plating film in JP,3-23230,A, and contains P in JP,7-41326,A (P-nickel) Co, Fe-Si, Ti, Cu, Zr, Nb, Mo, Ru, Ph, Pd, Spatter membrane formation of Hf, Ta, W, Re, Os, and the Ir is carried out, cutting is performed with a required diamond tool to this cutting layer, an imprint side is formed, and the

method of carrying out spatter membrane formation of the alloy thin film of a noble-metals system on this processing layer is indicated.

[0009] However, neither a non-electrolyzed nickel-P plating film nor the spatter film of a ternary alloy has sufficient adhesion, but has \*\*\*\* of molding conditions or glass, and the fault that a crack especially arises with high-melting point glass at a cutting layer at the time of repeat press molding, or a base material and a cutting layer exfoliate.

[0010] Moreover, as a mold which imprints the detailed configuration of a diffraction grating etc., by JP,6-279036,A, although the configuration of the request of Si or SiO<sub>2</sub> by FOTORISO and dry etching as a processing layer is processed or processing a base material into a desired configuration by FOTORISO and dry etching in JP,10-337734,A using a resist is indicated instead of the cutting layer, it has the fault that \*\*\*\* and a configuration are limited.

[0011] Moreover, it considers as the optical element which processes the detailed configuration of a diffraction grating etc. directly, and in JP,8-43605,A, although a desired configuration is processed by the replica and dry etching or processing a resist into the configuration of the request by dry etching after cutting in JP,9-243812,A is indicated, a configuration is limited or it has the fault that productivity is low.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention cancels such a conventional technical problem, and in the conventional grinding process, even if it performs repeat press molding for an optical element with the configuration of a polyhedron sculptured surface which has not been realized irrespective of \*\*\*\* of molding conditions or glass, it is to offer the type for optical-element molding which a configuration imprints precisely and its manufacture method, and a sculptured-surface polyhedron optical element.

[0013] Another purpose of this invention is to offer [ many molds of the same configuration are needed, and ] the manufacture method of the type for optical-element molding that one apparatus of the same configuration can be manufactured promptly and cheaply to such a case, since adjustment time especially immense about mold combination in dispersion between molds arising in the case of the assembled die which combined two or more molds in polyhedron molding was required, when mass-producing an optical element.

[0014]

[Means for Solving the Problem] It is the type for molding which has an imprint side for casting an optical element to some base materials according to this invention. The imprint process which performs the imprint to the front face of imprint material using the matrix by which cutting was carried out to the configuration of the reverse configuration corresponding to an imprint side after forming imprint material on the aforementioned base material, The manufacture method of the type for optical-element molding of having the process which hardens the above-mentioned imprint material, the etching process which performs dry etching to the above-mentioned imprint material and a base material, and carves and copies an imprint configuration to the above-mentioned base material, and the process which forms an interlayer and a surface layer in the aforementioned base material front face on which it \*\*\*\*\*ed is offered.

[0015] Moreover, according to this invention, the type for optical-element molding manufactured by the manufacture method of the type for [ above-mentioned ] optical-element molding is offered.

[0016] Furthermore, according to this invention, the sculptured-surface polyhedron optical element cast using the type for optical-element molding manufactured by the manufacture method of the type for [ above-mentioned ] optical-element molding is offered.

[0017]

[Embodiments of the Invention] It is the type for molding which has an imprint side for casting an optical element to some base materials in this invention. The imprint process which performs the imprint to the front face of imprint material using the matrix by which cutting was carried out to the configuration of the reverse configuration corresponding to an imprint side after forming imprint material on the aforementioned base material, It has the process which hardens the above-mentioned imprint material, the etching process which performs dry etching to the above-mentioned imprint material and a base material, and carves and copies an imprint configuration to the above-mentioned base material, and the process which forms an interlayer and a surface layer in the

send them by equal polish, and they need to remove marks. Adjustment of etching conditions becomes [ that cutting was carried out to the configuration which amended the field change by etching beforehand as a reverse configuration of an imprint side ] easy. Moreover, in this invention, an imprint side configuration is applied also to the combination of not \*\* limited to a sculptured surface but the spherical surface, the aspheric surface, a diffraction grating, etc. Moreover, since the mold-release characteristic on the front face of a matrix is improved, mold release films, such as a metal thin film, can be formed for the front face of matrices 21, 22, and 23 by the well-known method, or mold release processing can be performed.

[0029] (b) and (c) are imprint processes. The imprint material 3 which is in an elasticity state is formed on a base material 1, the matrix which unified 21, 22, and 23 is forced on imprint material, imprint material is hardened, and a matrix is separated. In using the ultraviolet-rays hardening resin which is a photoresist as imprint material, ultraviolet radiation is irradiated and it stiffens it. When using a thermosetting material, it is made to harden by heating as imprint material, and the shape of surface type which forces matrices 21, 22, and 23 is imprinted, softening imprint material by heating, in using thermoplastics.

[0030] Then, if the etching process which performs dry etching of an anisotropy to the imprint material 3 and a base material 1, and carves and copies the sculptured-surface configuration of the 3rd page of the front face of the imprint material 3 to a base material 1 is carried out from this state, as shown in (d), the optical-element molding type which has the desired sculptured-surface configuration of the 3rd page will be obtained.

[0031] Generally, if physical etching is easy to control and control of an etch-rate ratio is moreover made the same to the same start configuration compared with chemical etching, the same request configuration is always acquired and it is excellent in repeatability. Therefore, an etching process has well-known physical desirable etching of efficient consumer response, RIE, low voltage high-density plasma, etc. The anisotropic etching in an etching process can carve and copy to a matrix the configuration formed in the front face of imprint material in congruent as it is, if the velocity ratio of etching of imprint material and a base material is made equal. It considers as the means which makes equal the velocity ratio of etching of imprint material and a base material, and the hardening conditions of imprint material are controlled or it is attained by optimizing the combination of etching gas, such as rare gas (Ar etc.), carbon fluoride system gas (CF<sub>4</sub> grade), chlorine-based gas (Cl<sub>2</sub> grade), or oxygen gas (O<sub>2</sub>), a flow rate, etc. Moreover, by removing a base material front face after an etching process with the performance of the optical element demanded, and removing minute irregularity by equal polish \*\*\*\*\*, when especially a mold base material is cemented carbide, mirror-plane nature can be increased.

[0032] The type for optical-element molding is producible by forming carbide, a metaled nitride, or a metaled charcoal nitride in respect of adhesion with a surface layer as an interlayer on a mold base material, being the field of a mold-release characteristic with glass, and forming a hard-carbon film or a noble-metals system alloy film as a surface layer, on an interlayer, further, at the above process, since the moldability of a glass mould will be increased, if the configuration of a request of the mold base material 1 is acquired.

[0033] As mentioned above, according to the manufacture method of the type for optical-element molding of this invention, by the conventional grinding process, even if it performed repeat press molding for the optical element with the configuration of a polyhedron sculptured surface which has not been realized irrespective of \*\*\*\* of molding conditions or glass, it became possible to offer the mold which a configuration imprints precisely. Moreover, if the process mentioned above is repeated, it becomes possible to offer one apparatus of the same configuration promptly and cheaply, and dispersion between the molds in the case of being an assembled die will be lost, and immense adjustment time will become unnecessary at mold combination.

[0034]

[Example] A concrete example is given to below and this invention is explained more to it at a detail.

[0035] (Example 1) 1 [ of drawing 1 ] of (a1) is a type base material for optical-element molding made from cemented carbide with the 3rd page of the imprint side of a sculptured surface which makes a principal component the tungsten carbide (WC) which processed the approximation

configuration by the electron discharge method. As it corresponds to a sculptured-surface configuration imprint side individually, respectively, 21, 22, and 23 of (a2) are cutting and the matrix made from an oxygen free copper by which equal polish was carried out in a diamond tool at the configuration which amended the field change by etching beforehand. [ of drawing 1 ]

[0036] (b) of drawing 1 and (c) are imprint processes. The imprint material 3 made of thermosetting resin which is in an elasticity state is formed on a base material 1, the matrix which unified 21, 22, and 23 is forced on imprint material, heat hardening of the imprint material is carried out, and a matrix is separated.

[0037] Next, as dry etching of an anisotropy was performed to the imprint material 3 and a base material 1, the etching process which carves and copies the sculptured-surface configuration of the 3rd page of the front face of the imprint material 3 to a base material 1 was carried out and it was shown in (d) from this state, the optical-element molding type which has the desired sculptured-surface configuration of the 3rd page was obtained. This dry etching used Ar gas and CF<sub>4</sub> gas as etching gas using the reactive etching system. The quantity-of-gas-flow ratio was taken as Ar/CF<sub>4</sub>=3/1, and the pressure of 0.5Pa.

[0038] Next, equal polish processing is performed for the field where it \*\*\*\*\*ed.

[0039] The typical cross section of the type for optical-element molding of this invention is shown in drawing 2 .

[0040] Ti target is used for the field where equal polish processing of the cast type base material 41 was carried out, and the interlayer 42 of TiN is formed in it by 1 micrometer of thickness by the reactant spatter, using nitrogen gas as introductory gas.

[0041] Next, 100nm of surface layers 43 of a hard-carbon film is formed by the ion beam vacuum deposition on this interlayer 42.

[0042] The process described above and the same process are repeated and 3 die making of the isomorphism-like mold is carried out. Moreover, the same process is repeated for the mold of an opposite side, and 4 die making of the isomorphism-like mold is carried out.

[0043] The cast also with after [ good ] the place which performed 4 sets of glass molding (HOU silicic acid system glass) of polyhedron sculptured-surface prism using the continuation briquetting machine using these molds, which mold, and 3000-shot molding was obtained, and degradation of an imprint side was not observed, either. Moreover, the configuration variation between the molds of a cast was not produced, either.

[0044] (Example 2) In the example 1, the type base material 1 for optical-element molding was used as the quartz, the imprint material 3 was made into ultraviolet-rays hardening resin, and the type for optical-element molding was manufactured like the example 1 except making a quartz base material penetrate ultraviolet rays for the hardening method of this imprint material, and performing hardening and an imprint process.

[0045] The cast also with after [ good ] the place which performed 4 sets of glass molding (HOU silicic acid system glass) of polyhedron sculptured-surface prism using the continuation briquetting machine using these molds, which mold, and 3000-shot molding was obtained, and degradation of an imprint side was not observed, either. Moreover, the configuration variation between the molds of a cast was not produced, either.

[0046] (Example 3) In the example 1, the imprint material 3 was made into thermoplastics, imprint material was heated, pressing a matrix to the imprint material which is a solid state about the hardening method of this imprint material, the configuration was imprinted in the state of softening, and the type for optical-element molding was manufactured like the example 1 except stopping a heating state and fixing a deformation state after that.

[0047] The cast also with after [ good ] the place which performed 4 sets of glass molding (HOU silicic acid system glass) of polyhedron sculptured-surface prism using the continuation briquetting machine using these molds, which mold, and 3000-shot molding was obtained, and degradation of an imprint side was not observed, either. Moreover, the configuration variation between the molds of a cast was not produced, either.

[0048] (Example 4) In the example 1, the type for optical-element molding was manufactured like the example 2 except forming the titanium and the tantalum which were shown in Table 1 instead of forming an interlayer's 42 TiN film, chromium or the carbide of silicon, a nitride, or a charcoal nitride.

It was equivalent to the grout and example 1 which measured this type of glass moldability.

[0049]

[Table 1]

表 1

中間層材質	成形性
TiC	良好
TiCN	良好
TaN	良好
TaC	良好
CrN	良好
SiC	良好
SiN	良好

[0050] (Example 5) In the example 1, the type for optical-element molding was manufactured like the example 1 except forming the 2 yuan or more alloy of the combination of Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru, Re, Au, W, and Ta shown in Table 2 instead of forming the hard-carbon film of a surface layer 43 by 0.5-micrometer thickness. It was equivalent to the grout and example 1 which measured this type of glass moldability.

[0051]

[Table 2]

表 2

表面層材質	成形性
Pt-Ir	良好
Ru-Ir	良好
Rh-Ir	良好
Pd-Ir	良好
Os-Ir	良好
Re-Ir	良好
Re-Ir-Au	良好
Ta-Ir-Au	良好
Ru-Pt	良好
Rh-Pt	良好
Pd-Pt	良好
Os-Pt	良好
Re-Pt	良好
W-Pt-Au	良好
Ta-Pt-Au	良好
Rh-Ru	良好
Pd-Ru	良好
Os-Ru	良好
Re-Ru	良好
W-Ru-Au	良好
Ta-Ru-Au	良好

[0052] Although the component was respectively changed in the interlayer and the surface layer in the example of this invention, it cannot be overemphasized that the same effect is acquired also in such combination.

[0053] (Example 6) In the example 1, when forming an interlayer 42, the type for optical-element molding was manufactured like the example 1 except forming TiN by carrying out heating evaporation of the metal Ti with an electron gun, and carrying out ion plating in nitrogen plasma.

[0054] The place which performed glass molding (HOU silicic acid system glass) using the continuation briquetting machine, and the cast also with after [ good ] 3000-shot molding were obtained in this mold, and degradation of an imprint side was not observed, either.

[0055] (Example 7) In the example 1, the type for optical-element molding was manufactured like the example 1 except forming SiO<sub>2</sub> by 1-micrometer thickness by the spatter as an etching adjustment layer on a base material 1.

[0056] The place which performed glass molding (HOU silicic acid system glass) using the continuation briquetting machine, and the cast also with after [ good ] 3000-shot molding were obtained in this mold, and degradation of an imprint side was not observed, either.

[0057] (Example 8) In the example 7, although the type for optical-element molding was manufactured as an etching adjustment layer using the etching gas corresponding to the quality of

the material and it which showed in Table 3 instead of, the same effect as SiO<sub>2</sub> was acquired.

[ SiO<sub>2</sub> ]

[0058]

[Table 3]

表 3

エッチング 調整層材質	エッチングガス
Si	CF <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
Cr	Cl <sub>2</sub> -Ar
CrO <sub>x</sub>	CCl <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
Ti	CF <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
TiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> -Ar
Ta	CF <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CCl <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> -Ar

[0059] (Example 9) In the example 1, the type for optical-element molding was manufactured like the example 1 except making the quality of the material of matrices 21, 22, and 23 into aluminum and phosphor bronze.

[0060] The cast also with after [ good ] the place which performed 4 sets of glass molding (HOU silicic acid system glass) of polyhedron sculptured-surface prism using the continuation briquetting machine using these molds, which mold, and 3000-shot molding was obtained, and degradation of an imprint side was not observed, either. Moreover, the configuration variation between the molds of a cast was not produced, either.

[0061]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to the manufacture method of the type for optical-element molding of this invention, by the conventional grinding process, even if it performed repeat press molding for the optical element with the configuration of a polyhedron sculptured surface which has not been realized irrespective of \*\*\*\* of molding conditions or glass, it became possible to offer the type for optical-element molding which a configuration imprints precisely. Moreover, when repeating the process mentioned above, it became possible to offer the manufacture method of the type for optical-element molding that one apparatus of the same configuration can be manufactured promptly and cheaply, and adjustment time immense about dispersion between the molds in the case of being an assembled die and mold combination became unnecessary.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the \*\* type process processing view of the type for optical-element molding of this invention.

[Drawing 2] It is the typical cross section of the type for optical-element molding of this invention.

[Description of Notations]

1 41 Cast type base material

21, 22, 23 Matrix

3 Imprint Material

42 Interlayer

43 Surface Layer

---

[Translation done.]